

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-105-110>
УДК 633.845:577.21

Ф.А. Вагабова,
Г.К. Раджабов,
А.М. Мусаев,
Ф.И. Исламова

ФГБУ Горный ботанический сад
Дагестанского федерального
исследовательского центра
Российской академии наук
(ГорБС ДФИЦ РАН)
367000, Республика Дагестан,
г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45
fazina@mail.ru, chemfarm@mail.ru, musaev-
58@list.ru, fatimaisl@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Вагабова Ф.А. – сбор сырья;
подготовка сырья к анализу; определение
суммарного содержания флавоноидов и анто-
цианов; интерпретация полученных результа-
тов; сбор литературы и подготовка статьи.
Раджабов Г.К. – сбор сырья; статистическая
обработка результатов анализа. Исламова
Ф.И. – определение суммарных антиоксидан-
тов. Мусаев А.М. – сбор сырья; статистиче-
ская обработка результатов анализа.

Для цитирования: Вагабова Ф.А., Раджабов
Г.К., Мусаев А.М., Исламова Ф.И.
Определение суммарного содержания некото-
рых вторичных метаболитов в различных орга-
нах дагестанских образцов *Capparis herbacea*
Willd. *Овощи России*. 2021; (1):105-110.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-105-110>

Поступила в редакцию: 16.11.2020
Принята к печати: 15.01.2021
Опубликована: 25.02.2021

Fazina A. Vagabova,
Gadji K. Radjabov,
Abdulakhid M. Musaev,
Fatima I. Islamova

FSBI Mountain Botanical Garden Dagestan
Federal Research Center of the Russian
Academy of Sciences
45, M. Hajiyev st., Makhachkala,
Republic of Dagestan, 367000
fazina@mail.ru, chemfarm@mail.ru, musaev-
58@list.ru, fatimaisl@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare
no conflict of interest.

Authors' Contribution: Vagabova F.A. – collection
of raw materials; preparation of raw materials for
analysis; determination of the total content of
flavonoids and anthocyanins; interpretation of
the results obtained; collection of literature and
preparation of an article. Radjabov G.K. – collec-
tion of raw materials; statistical processing of
analysis results. Islamova F.I. – determination of
total antioxidants. Musaev A.M. – collection of
raw materials; statistical processing of analysis
results.

For citations: Vagabova F.A., Radjabov G.K.,
Musaev A.M., Islamova F.I. Determination of the
total content of some secondary metabolites in
various organs of the Dagestan samples of
Capparis herbacea Willd. *Vegetable crops of*
Russia. 2021; (1):105-110. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-105-110>

Received: 16.11.2020
Accepted for publication: 15.01.2021
Accepted: 25.02.2021

Определение суммарного содержания некоторых вторичных метаболитов в различных органах дагестанских образцов *Capparis herbacea* Willd.



Резюме

Актуальность, материал и методика. Цель работы: сравнительная оценка содержания суммы фенольных соединений, в различных органах каперсов *C. herbacea* Willd. Было собрано 4 образца *C. herbacea* в природных популяциях Дагестана в фазу цветения и плодоношения летом 2019 года. Собранное сырье было разделено по фракциям (органы), высушено в тени до воздушно-сухой массы, затем подвергнуто дальнейшему анализу на определение суммарного содержания флавоноидов, антоцианов спектрофотометрическим методом на СФ-56; суммарное содержание антиоксидантов – амперометрическим методом на приборе экспресс-анализа «Цвет-Яуза - 001-AAA».

Результаты. По содержанию флавоноидов наибольший разброс обнаружен в стеблях (0,34-0,86%) по сравнению с их содержанием в листьях и соцветиях (2,67-2,97% и 2,45-2,90%, соответственно). Сумма антоцианов варьирует по всем органам в пределах 0,05-0,23%. Наименьший разброс наблюдается в суммарном содержании антиоксидантов в плодах каперсов травянистых (21,35-21,40 мг/л), в то время как в соцветиях этот показатель сильно разнится (27,44-42,19 мг/л). Образцы с высоким значением антиоксидантов показали низкое содержание флавоноидов, тем самым указывая на то, что в антиоксидантной системе изучаемого вида каперсов флавоноиды не являются главными компонентами. Важным условием, определяющим изменчивость содержания фенольных соединений в различных органах растений, является комплекс абиотических факторов среды. Изучение этого фактора (высотный градиент) выявило существенную связь с накоплением флавоноидов во всех органах, имеющий разноразностный характер (коэффициент корреляции $r^2=0,57; 0,56; -0,47$), соответственно в стеблях, листьях, соцветиях ($P<0,05$). Положительную связь с высотой над уровнем моря в накоплении антоцианов наблюдали в листьях каперсов. Во всех остальных случаях связь имеет случайный характер. Дисперсионный анализ позволил выявить, что большая разница изменчивости изучаемых соединений наблюдается между отдельными группами растений при отсутствии внутригрупповой изменчивости. Полученные результаты могут быть интересны в объяснении механизмов влияния разных абиотических факторов на изменчивость накопления вторичных метаболитов. Важно также и выявление образцов каперсов травянистых, которые могут быть источниками фенольных соединений, обладающих антиоксидантной функцией, для дальнейшего использования их в пищевой промышленности, в частности.

Ключевые слова: каперсы травянистые (*Capparis herbacea* Willd.), каперсы колючие (*Capparis spinosa* L.), популяция, сумма флавоноидов, сумма антоцианов, суммарная антиоксидантная активность, высотный фактор

Determination of the total content of some secondary metabolites in various organs of the Dagestan samples of *Capparis herbacea* Willd.

Abstract

Relevance, material and methods. Purpose of the work: comparative assessment of the content of the sum of phenolic compounds exhibiting antioxidant activity in various organs of herbaceous capers *C. herbacea* Willd. The 4 samples of *C. herbacea* were collected from natural populations of Dagestan during the flowering and fruiting phases in the summer of 2019. The collected raw materials were divided into fractions (organs), dried in the shade to an air-dry mass, then subjected to further analysis to determine the total content of flavonoids, anthocyanins by the spectrophotometric method on SF-56; the total content of antioxidants by the amperometric method on the instrument of express analysis "Color-Yauza-001-AAA".

Results. During the analysis, good indicators were obtained for the content of the studied compounds. Thus, in terms of the content of flavonoids, the greatest variation is seen in the stems of herbaceous capers (0.34-0.86%) compared to their content in leaves and inflorescences (2.67-2.97% and 2.45-2.90%, respectively). The amount of anthocyanins varies in all organs within the range of 0.05-0.23%. The smallest spread is observed in the total content of antioxidants in the fruits of herbaceous capers (21.35-21.40 mg/l), while in inflorescences this indicator varies greatly (27.44-42.19 mg/l). It is noteworthy that the samples with a high value of antioxidants showed a low content of flavonoids, thereby indicating that flavonoids are not the main components in the antioxidant system of the studied caper species. An important condition determining the variability of the content of phenolic compounds in various plant organs is a complex of abiotic environmental factors. The study of this factor (altitude gradient) revealed a significant relationship with the accumulation of flavonoids in all organs, which has a multi-vector nature (correlation coefficient $r^2=0.57; 0.56; -0.47$), respectively, in stems, leaves, and inflorescences ($P<0.05$). A positive relationship in the accumulation of anthocyanins is observed with the height in caper leaves. In all other cases, the connection is random. In addition, the analysis of variance revealed that a large difference in the variability of the studied compounds is observed between individual groups of plants in the absence of intragroup variability.

Keywords: *Capparis herbacea* Willd., *Capparis spinosa* L., population, sum of flavonoids, sum of anthocyanins, total antioxidant activity, altitude factor

Каперсы – это овощная культура, которая используется в мире из-за широкого спектра диетических и лекарственных свойств. Это растение является хорошим источником жирных масел, сахаров, флавоноидов, аскорбиновой кислоты, белков, пектинов и других соединений, полезных для человека [1-5].

Когда-то местное население республики Дагестан заготавливало его плоды и бутоны, но большого интереса этот продукт не получил. Поскольку использование средств растительного происхождения, которые отличаются от химически синтезированных веществ с комплексным действием биологически активных веществ и меньшим побочным действием при длительном применении, все больше актуализируется, имеет смысл возродить интерес к этой культуре, широко рекомендуя их включение в ежедневный рацион питания, так и для производства консервной продукции и пищевых добавок.

Род (*Capparis*) семейства Каперсовые (*Capparaceae*) включает около 300 видов. Каперсы произрастают в странах Средиземноморья, Юго-Западной, Средней Азии, на Кавказе, предпочитая щебнистые, глинистые и солонцовые почвы, сухие каменистые места, скалы, галечники, обрывы рек [6]. Переносит засоление, продолжительные засухи и высокую температуру, является декоративным и хорошим медоносным растением [6]. Надо отметить, что каперсы как пряность были известны довольно давно и растение использовали еще древние римляне, греки, народы Востока. В пищу используют как само молодое растение с цветками, так и почки, и спелые плоды в сыром, консервированном и высушенном виде [1].

Каперсы находят применение и в народной медицине. Растение присутствует в Фармакопеях многих азиатских и европейских стран, но не является официальным в России. Лекарственную ценность представляют цветочные бутоны, зрелые плоды колючих каперсов и кора их корней.

Capparis herbacea Willd. – каперсы травянистые (синоним каперсы колючие (*Capparis spinosa* L.) – многолетнее травянистое растение с мощной корневой системой, со стелющимися стеблями длиной до 1,5 м; цветет с мая до осени; плоды, представленные продолговатыми, до 4 см, мясистыми ягодообразными многосемянными коробочками, созревают с июня по октябрь.

Широкий спектр фармакологического действия растения и экстрактов из всех органов каперсов колючих связан с содержанием антиоксидантов, представленных фенольными соединениями, в первую очередь, флавоноидами, антоцианами, которые составляют важный компонент антиоксидантной системы [7, 8, 9, 10]. Водные отвары и спиртовые экстракты растения оказывают гиполипидемические, противоаллергические, противогрибковые, антикоагулянтные, противовирусные, противоопухолевые и другие свойства [1, 11-17].

Несмотря на достаточно большую информацию о химическом составе и фармакологическом действии каперсов, все же мало в литературе данных об особенностях распределения фенольных соединений в органах *C. spinosa*. Уровень накопления фенольных соединений, антиоксидантов в растениях зависит от многих

условий, а именно: места сбора, времени сбора, биотических и абиотических факторов среды [18, 19, 20]. Известно, что растения способны приспосабливать свой метаболизм к изменениям окружающей среды, то есть при произрастании в нормальных условиях они синтезируют комплекс вторичных метаболитов, стрессовые факторы могут привести к их увеличению [21].

Поэтому целью работы была сравнительная оценка содержания суммы фенольных соединений в различных органах *C. herbacea* Willd., собранных в разных природных географических точках Дагестана с учетом высотного фактора.

2. Материалы и методы

2.1. Объекты и методы сбора

В Дагестане встречается один вид *C. herbacea* (каперсы травянистые), который встречается повсеместно на глинистых склонах до средн. горного пояса [6].

Материал для анализа был собран в природных популяциях флоры Дагестана летом 2019 года в фазу цветения и плодоношения.

Исследования проводили с использованием оборудования экспериментальной установки «Системы экспериментальных баз, расположенных вдоль высотного градиента Горного ботанического сада федерального исследовательского центра РАН /<http://gorbotsad.ru/seb.html/>



Рис. 1. Пункты сбора образцов *Capparis herbacea* Willd., 2019 год (Республика Дагестан)

2.2. Пробоподготовка

Собранное сырье разделяли на органы и сушили в тени до воздушно сухой массы, затем измельчали для определения количественных показателей.

2.3. Антиоксидантный статус

Количественное суммарное содержание флавоноидов рассчитывали по величине поглощения при 415 нм комплекса флавоноидов с хлористым алюминием на спиртовых экстрактах растения на СФ-56. Перерасчет данных производили на рутин. Результаты выражали в % [19].

Сумма антоцианов определяли стандартным методом спектрофотометрически на СФ-56 по величине поглощения при 530 нм комплекса антоцианов с хлоридом кобальта (CoCl₂ 6H₂O, ГОСТ 4525-77, ч.д.а.). Перерасчет данных производили на 3-глюкозид цианидина. Результаты выражали в % [22].

Сумму антиоксидантов (ССА) определяли амперометрическим методом на приборе для экспресс-анализа суммарных антиоксидантов «ЦВЕТ-ЯУЗА-001-ААА». В качестве стандарта использовали галловую кислоту. Полученные результаты выражали в мг/г [23].

2.4. Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием статистической программы Excel. Полученные результаты были обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа Statistica 5.5.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты по суммарному содержанию фенольных соединений в различных органах *C. herbacea* представлены в таблице 1.

Таким образом, в результате анализов обнаружено, что суммарное содержание флавоноидов наибольшее в листьях и соцветиях, причем во всех образцах, и при этом разброс значений минимальный (2,67-2,97% – в листьях и 2,45-2,90% – в соцветиях). Стебли образцов показывают существенный разброс в содержании суммы флавоноидов (0,34-0,86%). Содержание антоцианов во всех образцах варьирует в пределах от 0,05% до 0,23%. Содержание антиоксидантов в плодах двух образцов почти не различается (21,35-21,40 мг/г.). В соцветиях каперсов травянистых из всех популяции наблюдается наибольшее значение суммарного содержания антиокси-

Таблица 1. Суммарное содержание флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов в различных органах дагестанских природных образцов каперсов травянистых *C. herbacea* Willd, сбор 2019 года
Table 1. Total content of flavonoids, anthocyanins, antioxidants in various organs of Dagestan natural samples of herbaceous capers *C. herbacea* Willd, collection 2019

Органы растения	Место, время сбора сырья	Высота над уровнем моря, м	Сумма флавоноидов, % the sum of flavonoids, %	Сумма антоцианов, % the sum of anthocyanins, %	Сумма антиоксидантов, мг/л the sum of antioxidants
Стебли stems	Окрестности с. М.Арешевка, 5.06.19.	h=30 м; сш-44011'33" вд-46050'56"	0,78±0,01	0,12±0,01	5,79±0,00
	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	0,60±0,00	0,05±0,00	7,00±0,01
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	0,34±0,00	0,10±0,00	6,20±0,02
	Окрестности с. Кикунь, Гергебильский р-он; 30.05.19.	h=654 м; сш-42031'00.87" вд-47002'00.28"	0,86±0,00	0,10±0,00	6,02±0,00
Листья leaves	Округа с. М. Арешевка, 5.06.19.	h=30 м; сш-44011'33" вд-46050'56"	2,76±0,04	0,22±0,00	14,38±0,02
	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	2,67±0,12	0,20±0,00	20,61±0,03
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	2,93±0,04	0,20±0,00	22,07±0,17
	Окрестности с. Кикунь, Гергебильский р-н; 30.05.19.	h=654 м; сш-42031'00.87" вд-47002'00.28"	2,97±0,03	0,23±0,00	18,89±0,18
Соцветия inflorescences	Округа с. М.Арешевка, 5.06.19.	h=30 м; сш-44011'33" вд-46050'56"	2,90±0,01	0,13±0,00	27,44±0,00
	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	2,56±0,02	0,14±0,00	42,19±0,15
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	2,43±0,02	0,15±0,00	34,43±0,02
	Окрестности с. Кикунь, Гергебильский р-он; 30.05.19.	h=654 м; сш-42031'00.87" вд-47002'00.28"	2,45±0,01	0,14±0,00	38,36±0,04
Плоды fruit	Окрестности с. Тагиркент; 3.07.19.	h=40 м; сш-44049'2,05" вд-48030'19"	0,37±0,01	0,14±0,01	21,40±0,05
	Вдоль трассы у г. Дербент, 13.06.19.	h=79 м; сш-42003.29'09" вд-48016'38.21"	0,41±0,01	0,18±0,01	21,35±0,00

Таблица 2. Корреляционный анализ между суммарным содержанием флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов в различных органах природных дагестанских образцов *C. herbacea* Willd., сбор 2019 года
Table 2. Correlation analysis between the total content of flavonoids, anthocyanins, and antioxidants in various organs of natural Dagestan samples of *C. herbacea* Willd., collected in 2019

Признаки	Фл. в ст.	Ант.в ст.	ССА в ст.	Фл. в лист.	Ант.в лист.	ССА в лист.	Фл. в соцв.	Ант.в соцв.	ССА в соцв.
Фл. в ст.	1,00								
Ант.в ст.	-0,76	1,00							
ССА в ст.	-0,64	0,99	1,00						
Фл. в лист.	0,95	-0,50	-0,36	1,00					
Ант.в лист.	-0,19	-0,50	-0,63	-0,50	1,00				
ССА в лист.	0,84	-0,99*	-0,96*	0,62	0,37	1,00			
Фл. в соцв.	0,14	-0,76	-0,85	-0,19	0,94	0,65	1,00		
Ант.в соцв.	0,95	-0,50	-0,36	0,99	-0,50	0,62	-0,19	1,00	
ССА в соцв.	-0,19	-0,50	-0,63	-0,50	0,99	0,37	0,94*	-0,50	1,00

Примечание: Фл. в ст. – суммарное содержание флавоноидов в стеблях; Фл. в лист. – суммарное содержание в листьях; Фл. в соцв. – суммарное содержание в соцветиях; Ант.в ст. – суммарное содержание антоцианов в стеблях; Ант.в лист. – суммарное содержание антоцианов в листьях; Ант.в соцв. – суммарное содержание антоцианов в соцветиях; ССА в ст. – суммарное содержание антиоксидантов в стеблях; ССА в лист. – суммарное содержание антиоксидантов в листьях; суммарное содержание в соцветиях; $p < 0,05$.

Note: Fl. in st. – the total content of flavonoids in the stems; Fl. in the leav. – the total content in leaves; Fl. in flor. – the total content in inflorescences; Ant. in st. – the total content of anthocyanins in the stems; Ant. in the leav. – the total content of anthocyanins in the leaves; Ant. in flor. – the total content in inflorescences; SSA in st. – the total content of antioxidants in the stems; SSA in the leav. – the total content of antioxidants in the leaves; SSA in flor. – total content of antioxidants in inflorescences; $p < 0.05$.

дантов (ССА (27,44–42,19 мг/г). Надо отметить, что значение ССА соцветий образца, собранного в округе с.Тагиркент, максимальное при минимальном суммарном значении флавоноидов и среднем значении антоцианов в них. Как видим, образцы с высоким содержанием флавоноидов показывают более низкое значение антиоксидантов. Вероятно, главной компонентой антиоксидантной системы исследуемых каперсов не являются флавоноиды.

Корреляционный анализ показывает наличие высоких достоверных разновекторных связей между некоторыми признаками в разных органах *C. herbacea* при $p < 0,05$ а именно: между суммарным содержанием антоцианов в стеблях и соцветиях и суммарным содержанием флавоноидов в стеблях; между суммарным содержанием антоцианов в стеблях и суммарным содержанием антиокси-

дантов в стеблях, листьях и так далее (табл.2).

Как отмечалось в литературе [21], в стрессовых условиях среды происходит повышение содержания вторичных метаболитов в растениях (защитная функция), и поэтому логично было бы ожидать достоверной положительной связи суммарного увеличения изучаемых фенольных соединений в органах *C. herbacea* с увеличением высоты над уровнем моря места сбора сырья. В целом же наблюдаются разнонаправленные векторы под влиянием высотного фактора среды, причем не всегда имеющие достоверной связи. Так, фактор высоты над уровнем моря места сбора сырья оказывает достоверное влияние не на все признаки (только сумма флавоноидов в стеблях, в листьях, соцветиях; сумма антоцианов в соцветиях и листьях зависят от фактора высоты, причем в разной степени). Влияние высоты над уровнем моря на накопле-

Таблица 3. Некоторые показатели дисперсионного и корреляционного анализа изменчивости накопления вторичных метаболитов в органах природных дагестанских образцов *C. herbacea* Willd., сбор 2019 года
Table 3. Some indicators of the analysis of variance and correlation analysis of the variability of the accumulation of secondary metabolites in the organs of natural Dagestan samples of *C. herbacea* Willd., collection of 2019

Признаки	Критерий Фишера (F) при $p < 0,05$	Коэффициент корреляции признака с высотой над уровнем моря (r^*) при $p < 0,05$
Сумма флавоноидов в стеблях	3614,4***	0,57
Сумма антоцианов в стеблях	17853,1***	-
Сумма антиоксидантов в стеблях	1972,3***	-
Сумма флавоноидов в листьях	4,6*	0,56
Сумма антоцианов в листьях	624,8***	0,80
Сумма антиоксидантов в листьях	0,8*	-
Сумма флавоноидов в соцветиях	169,9***	-0,47
Сумма антоцианов в соцветиях	392,2***	-
Сумма антиоксидантов в соцветиях	6250,4***	-

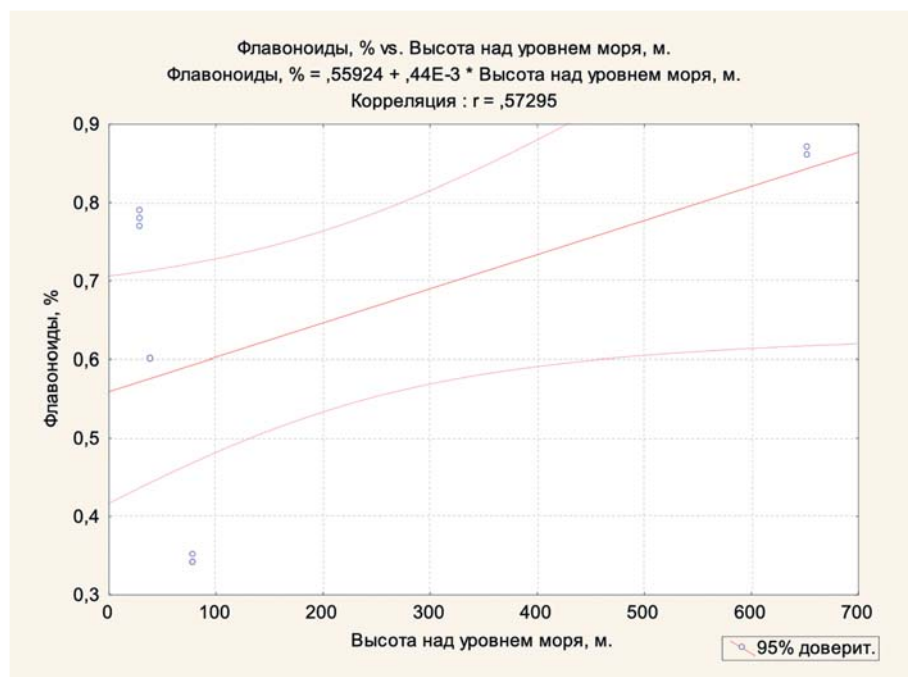


Рис. 2. Зависимость изменчивости содержания флавоноидов в стеблях *C. herbacea* Willd. (сбор 2019 года) от высотного градиента
Fig.2. Dependence of the variability of the content of flavonoids in the stems of *C. herbacea* Willd. (collection of 2019) from altitude gradient

ние других компонентов в изучаемых органах растения носит несущественный характер (табл.3 и рис.1).

Полученные результаты дисперсионного анализа показали, что различия на межпопуляционном уровне по всем данным суммарного содержания фенольных соединений достоверны на высшем уровне достоверности ($p \leq 0,001$), кроме содержания флавоноидов и антиоксидантов в листьях – на уровне достоверности $p \leq 0,05$. Наибольшее значение по F-критерию выявлено по содержанию антоцианов и флавоноидов в стеблях, антоцианов в соцветиях каперсов травянистых (17853,1***; 3614,4***; 6250,4***, соответственно) и наименьшее по содержанию флавоноидов и антиоксидантов в листьях (4,6* и 0,8*).

Таким образом, выявлена большая разница изменчивости вторичных метаболитов между отдельными группами растений при отсутствии внутригрупповой изменчивости (связано это, возможно, малой выборкой исследования) (табл.3).

Заключение

Впервые изучено суммарное содержание флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов в различных органах дикорастущих дагестанских природных образцов каперсов травянистых *C. herbacea*. Так, обнаруженные особенности накопления фенольных соединений в различных органах образцов каперсов травянистых четырех дагестанских природных популяций дают возможность определения образцов с более высокими показателями флавоноидов и антоцианов. При этом выявлено, что образцы с более высокими значениями флавоноидов проявляют наиболее низкие значения антиоксидантов (примером служит образец, собранный в окр. с. Тагиркент).

Кроме того, изучаемый фактор высоты места сбора сырья над уровнем моря показал разновекторный характер влияния на накопление изучаемых признаков в раз-

личных органах каперсов травянистых. Как видим, именно накопление флавоноидов в органах *C. herbacea*, в основном, связано с влиянием высотного фактора ($r^* = 0,57$; $r^* = 0,56$; $r^* = 0,47$, соответственно в стеблях, листьях, соцветиях), а также сумма антоцианов в листьях ($r^* = 0,80$). Полученные нами результаты полностью согласуются с литературными данными [24, 25].

Результаты дисперсионного анализа выявили также большую межгрупповую разницу изменчивости вторичных метаболитов при отсутствии разницы внутри групп.

Надо отметить, что выявленные нами закономерности позволяют оценить влияние абиотических факторов в изменчивость содержания суммы фенольных соединений в органах *C. herbacea*, а также дать характеристику данного вида, как источника флавоноидов, антоцианов, антиоксидантов.



Об авторах:

Фазина Аскералиевна Вагабова – кандидат техн. наук, с.н.с. лаборатории фитохимии и медицинской ботаники, fazina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3315-3874>

Гаджи Камалудинович Раджабов – н.с. лаборатории фитохимии и медицинской ботаники, chemfarm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9263-5684>

Абдулахид Магомедович Мусаев – с.н.с., зав. лабораторией фитохимии и медицинской ботаники, musaev-58@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6692-8571>

Фатима Исламовна Исламова – кандидат биол. наук, н.с. лаборатории фитохимии и медицинской ботаники; fatimaisl@mail.ru

About the authors:

Fazina A., Vagabova – Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher, Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, fazina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3315-3874>

Gadji K. Radjabov – Researcher, Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, chemfarm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9263-5684>

Abdulakhid M. Musaev – Senior Researcher, head. the Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, musaev-58@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6692-8571>

Fatima I. Islamova – Cand. Sci. (Biology), Researcher the Laboratory of Phytochemistry and Medical Botany, fatimaisl@mail.ru

• Литература

1. Кароматов, И.Д., Кодирова, Д.У. Каперсы колючие как средство древней медицины. *Биология и интегративная медицина*. 2018;(5):122-128.
2. Ramezani, Z., Keyghobadi, H., Aghel, N. Rutin from different parts of *Capparis spinosa* growing wild in Khuzestan/Iran. *Pakistan J. of Biol. Sciences*. 2008;11(5):768-772.
3. Tilil, N., Khaldi, A., Trik, i S., Munné-Bosch, S. Phenolic compounds and vitamin antioxidants of caper (*Capparis spinosa*). *Plant Foods Hum.Nutr.* 2010;65(3):260–265.
4. Асилбекова Д.Т., Турсунходжаева Ф.М. Липиды листьев *Capparis spinosa* L. *Химия растительного сырья*. 2009;(2):97–99.
5. Duman E., Ozcan M.M. Mineral contents of seed and seed oils of *Capparis* species growing wild in Turkey. *Environ. Monit. Assess* 2014,186(1):239-245.
6. Муртазалиев, Р.А. Конспект флоры Дагестана. Махачкала: Эпоха. 2009.(1):320.
7. Dawidowicz, A.L., Olszowy, M. Mechanism change in estimating of antioxidant activity of phenolic compounds. *Talanta*. 2012;(97):312-317.
8. Bueno J. M, Sáez-Plaza P., Ramos-Escudero F., Jiménez A. M., Fett R., Asuero A. G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: chemical structure, color, and intake of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2012,42(2):126–151
9. Siracusa, L., Kulisic-Bilusic, T., Politeo, O., Krause, I., Dejanovic, B., Ruberto, G. Phenolic composition and antioxidant activity of aqueous infusions from *Capparis spinosa* L. and *Crithmum maritimum* L. before and after submission to a two-step in vitro digestion model. *J. Agric. Food.Chem.* 2011;59(23):12453–12459.
10. Yang, T., Wang, C., Liu, H., Chou, G., Cheng, X., Wang, Z. A new antioxidant compound from *Capparis spinosa*. *Pharm. Biol.* 2010;48(5):589-594.
11. Kazemian, M., Abad, M., Haeri, M.R., Ebrahimi, M., Heidari, R. Antidiabetic effect of *Capparis spinosa* L. root extract in diabetic rats. *Avicenna J. Phytomed.* 2015;5(4):325–332.
12. Trombetta, D., Occhiuto, F., Perri, D., Puglia, C., Santagati, N.A., De Pasquale, A., Saija, A., Bonina, F. Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds. *Phytother. Res.*2005;19(1):29–33.
13. Arena, A., Bisignano, G., Pavone, B., Tomaino, A., Bonina, F.P., Saija, A., Cristani, M., D'Arrigo, M., Trombetta, D. Antiviral and immunomodulatory effect of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds. *Phytother. Res.* 2008;22(3):313–317.
14. Kulisic-Bilusic, T., Schmöller, I., Schnäbele, K., Siracusa, L., Ruberto, G. The anticarcinogenic potential of essential oil and aqueous infusion from caper (*Capparis spinosa* L.). *Food. Chem.* 2012;132(1):261-267.
15. Arslan, R., Bektas, N., Ozturk, Y. Antinociceptive activity of methanol extract of fruits of *Capparis ovate* in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2010;131(1):28-32.
16. Tesoriere, L., Butera, D., Gentile, C., Livrea, M.A. Bioactive components of caper (*Capparis spinosa* L.) from Sicily and antioxidant effects in a red meat simulated gastric digestion. *J. Agric. Food. Chem.* 2007;55(21):8465-8471.
17. Zhou, H.F., Jian, R., Kang, J., Huang, X., Li, Y., Zhuang, C., Yang, F., Zhang, L., Fan, X., Wu, T., Wu, X. Anti-inflammatory effects of caper (*Capparis spinosa* L.) fruit aqueous extract and the isolation of main phytochemicals. *J. Agric. Food Chem.* 2010;58(24):12717-12721.
18. Ibrahim, M.H., Jaafar, Y.Z.E., Rahmat, Z.A. The Relationship between phenols and flavonoids production with total non structural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pulma* Benrh. Under High CO₂ and nitrogen Fertilization. *Molecules*. 2011;(16):162-174. Doi: 10.3390/molecules16010162
19. Харченко В.А., Молдован А.И., Голубкина Н.А., Кошеваров А.А., Карузо Д. Антиоксидантный статус сельдерея (*Apium graveolens* L.). *Овощи России*. 2020;(2):82-86. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86>
20. Khan T.A., Mazid M., Mohammad F. Status of secondary plant products under abiotic stress: an overview. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 2011;7(2):75-98.
21. Кондратьев М.Н., Роньжина Е.С., Ларикова Ю.С. Влияние абиотических стрессов на метаболизм вторичных соединений в растениях. *Известия КГТУ*. 2018;(4):1-17.
22. Государственная фармакопея, XI. М. 1998;(1,2):336.
23. Яшин, А.Я. Инжекционно-проточная система с амперометрическим детектором для селективного определения антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках. *Российский химический журнал (Ж. Рос.хим. о-ва им. Д.И. Менделеева)*. 2008;(2):130-135.
24. Вагабова Ф.А., Мусаев А.М., Алибегова А.Н., Раджабов Г.К., Гасанов Р.З., Гусейнова З.А. Изучение суммарного содержания флавоноидов и антиоксидантной активности надземной части *Satureja subdentata* Boiss., произрастающей в условиях Дагестана. *Фундаментальные исследования*. 2013;(3):103-107.
25. Вагабова Ф.А., Раджабов Г.К., Мусаев А.М., Исламова Ф.И., Курамагомедов М.К. Сравнительный анализ содержания флавоноидов, антоцианов и суммарных антиоксидантов в надземной части *Teucrium orientale* L. из природных популяций Горного Дагестана. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(6). URL: <http://www.science-education.ru/130-23055> (дата обращения: 25.11.2015).

• References

1. Karomатов, I. D., Kodirova, D.U. Prickly Capers as a means of ancient medicine. *Biology and integrative medicine*. 2018;(5):122-128. (In Russ.)
2. Ramezani, Z., Keyghobadi, H., Aghel, N. Rutin from different parts of *Capparis spinosa* growing wild in Khuzestan/Iran. *Pakistan J. of Biol. Sciences*. 2008;11(5):768-772.
3. Tilil, N., Khaldi, A., Trik, i S., Munné-Bosch, S. Phenolic compounds and vitamin antioxidants of caper (*Capparis spinosa*). *Plant Foods Hum.Nutr.* 2010;65(3):260–265.
4. Asilbekova D.T., Tursunkhodzaeva F.M. Lipids of leaves of *Capparis spinosa* L. *Chemistry of plant raw materials*. 2009;(2):97–99. (In Russ.)
5. Duman E., Ozcan M.M. Mineral contents of seed and seed oils of *Capparis* species growing wild in Turkey. *Environ. Monit. Assess* 2014,186(1):239-245.
6. Murtazaliev, R.A. Abstract of the flora of Dagestan. *Makhachkala: Epoch*. 2009.(1):320. (In Russ.)
7. Dawidowicz, A.L., Olszowy, M. Mechanism change in estimating of antioxidant activity of phenolic compounds. *Talanta*. 2012;(97):312-317.
8. Bueno J. M, Sáez-Plaza P., Ramos-Escudero F., Jiménez A. M., Fett R., Asuero A. G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: chemical structure, color, and intake of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2012,42(2):126–151
9. Siracusa, L., Kulisic-Bilusic, T., Politeo, O., Krause, I., Dejanovic, B., Ruberto, G. Phenolic composition and antioxidant activity of aqueous infusions from *Capparis spinosa* L. and *Crithmum maritimum* L. before and after submission to a two-step in vitro digestion model. *J. Agric. Food.Chem.* 2011;59(23):12453–12459.
10. Yang, T., Wang, C., Liu, H., Chou, G., Cheng, X., Wang, Z. A new antioxidant compound from *Capparis spinosa*. *Pharm. Biol.* 2010;48(5):589-594.
11. Kazemian, M., Abad, M., Haeri, M.R., Ebrahimi, M., Heidari, R. Antidiabetic effect of *Capparis spinosa* L. root extract in diabetic rats. *Avicenna J. Phytomed.* 2015;5(4):325–332.
12. Trombetta, D., Occhiuto, F., Perri, D., Puglia, C., Santagati, N.A., De Pasquale, A., Saija, A., Bonina, F. Antiallergic and antihistaminic effect of two extracts of *Capparis spinosa* L. flowering buds. *Phytother. Res.*2005;19(1):29–33.
13. Arena, A., Bisignano, G., Pavone, B., Tomaino, A., Bonina, F.P., Saija, A., Cristani, M., D'Arrigo, M., Trombetta, D. Antiviral and immunomodulatory effect of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds. *Phytother. Res.* 2008;22(3):313–317.
14. Kulisic-Bilusic, T., Schmöller, I., Schnäbele, K., Siracusa, L., Ruberto, G. The anticarcinogenic potential of essential oil and aqueous infusion from caper (*Capparis spinosa* L.). *Food. Chem.* 2012;132(1):261-267.
15. Arslan, R., Bektas, N., Ozturk, Y. Antinociceptive activity of methanol extract of fruits of *Capparis ovate* in mice. *J. Ethnopharmacol.* 2010;131(1):28-32.
16. Tesoriere, L., Butera, D., Gentile, C., Livrea, M.A. Bioactive components of caper (*Capparis spinosa* L.) from Sicily and antioxidant effects in a red meat simulated gastric digestion. *J. Agric. Food. Chem.* 2007;55(21):8465-8471.
17. Zhou, H.F., Jian, R., Kang, J., Huang, X., Li, Y., Zhuang, C., Yang, F., Zhang, L., Fan, X., Wu, T., Wu, X. Anti-inflammatory effects of caper (*Capparis spinosa* L.) fruit aqueous extract and the isolation of main phytochemicals. *J. Agric. Food Chem.* 2010;58(24):12717-12721.
18. Ibrahim, M.H., Jaafar, Y.Z.E., Rahmat, Z.A. The Relationship between phenols and flavonoids production with total non structural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pulma* Benrh. Under High CO₂ and nitrogen Fertilization. *Molecules*. 2011;(16):162-174. Doi: 10.3390/molecules16010162
19. Kharchenko V.A., Moldovan A.I., Golubkina N.A., Koshevarov A.A., Caruso G. Antioxidant status of celery (*Apium graveolens* L.). Vegetable crops of Russia. 2020;(2):82-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86>
20. Khan T.A., Mazid M., Mohammad F. Status of secondary plant products under abiotic stress: an overview. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 2011;7(2):75-98.
21. Kondratyev M.N., Ronzhina E.S., Larikova Yu.S. Influence of abiotic stresses on the metabolism of secondary compounds in plants. *Izvestiya KSTU*. 2018;(4):1-17. (In Russ.)
22. State Pharmacopoeia, XI. М. 1998;(1,2):336. (In Russ.)
23. Yashin, A.Y. Injection flow system with amperometric detector for selective determination of antioxidants in foods and beverages. *Russian Chemical Journal (Zh. Rus. Mendeleyev Chem. Society)*. 2008;(2):130-135. (In Russ.)
24. Vagabova F.A., Musaev A.M., Alibegova A.N., Radjabov G.K., Gasanov R.Z., Guseynova Z.A. The study of the total flavonoid content and total antioxidants activity of the aerial part *Satureja subdentata* Boiss., growing in the conditions of Dagestan. *Basic research*. 2013;(3):103-107. (In Russ.)
25. Vagabova F.A., Radjabov G.K., Musaev A.M., Islamova F.I., Kuramagomedov M.K. The comparative analysis of flavonoids, anthocyanins and total antioxidants in the aerial parts *Teucrium Orientale* L. from natural populations of mountain Dagestan. *Modern problems of science and education*. 2015;(6). (In Russ.) Available at: <http://www.science-education.ru/130-23055> (accessed 25.11.2015).